Ein Fall von Defekten in der Schultergürtelmuskulatur und ihre Compensation.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Walter Capelle

approb. Arzt aus München

(geb. zu St. Petersburg).

München 1905.

Kgl. Hof-Buchdruckerei Kastner & Callwey.

Ein Fall von Defekten in der Schultergürtelmuskulatur und ihre Compensation.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. bayer. Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Walter Capelle

approb. Arzt aus München

(geb. zu St. Petersburg).

München 1905.

Kgl. Hof-Buchdruckerei Kastner & Callwey.

Gedruckt mit Genehmigung der mediz. Fakultät der Universität München.

Referent:

Herr Professor Dr. Rückert.

Die nachfolgende Mitteilung soll einen Beitrag liefern zu den Defektbildungen am Muskelapparat des menschlichen Schultergürtels. Ein Interesse bieten solche Fälle einmal in teratologischer Hinsicht durch ihre Seltenheit, andernteils sind sie bemerkenswert durch die Compensationseinrichtungen, womit die restierenden Muskeln bestrebt sind, die Wirkung der fehlenden zu ersetzen, und solch ein verändertes Bild ist vielleicht auch wieder geeignet, auf die normale Muskelmechanik einige Streiflichter zu werfen. Speziell der vorliegende Fall, der dem Verfasser von Herrn Professor Rückert übergeben wurde, schien deshalb der Bearbeitung wert, weil er eine Gelegenheit bot, einzelne, durch die Untersuchungen Mollier's[1]) über die Mechanik des Schultergürtels gegebene Gesichtspunkte auf einen Fall von Missbildung praktisch anzuwenden.

Bevor wir uns eingehender mit unserem Fall beschäftigen, soll zunächst eine gedrängte Uebersicht über die Literatur solcher oder ähnlicher Missbildungen vorausgeschickt werden.

Wenn man von den Fällen absehen darf, die Stintzing im Jahre 1888 im Deutschen Archiv für klinische Medizin zusammengestellt und eingehend beschrieben hat, so blieb mir immerhin bei der Prüfung des fraglichen Materials, soweit es mir zugänglich war, noch eine ziemliche Anzahl übrig, die ich in einer kurzen Tabelle zusammenstellen möchte.

---

[1]) S. Mollier: Ueber die Statik und Mechanik des menschlichen Schultergürtels unter normalen und pathologischen Verhältnissen. Beitrag zur Festschrift zum 70. Geburtstag von Carl von Kupffer. Verlag von Gustav Fischer in Jena. 1899.

Autor		Pect. major	Pect.minor	Latiss.	Serratus
Kattwinkel, Inaug.-Diss. Erlangen 1892.	I.	auf beiden Seiten fehlt p. sterno-costalis	fehlt	r. schwach	
	II	r. fehlt ganz	fehlt ganz		fehlt
Haeckel, Schmidts Jahrb. 1889.		l. fehlt ganz	fehlt		fehlt
Benario, Berl. klin. Wochenschrift 1890 No. 10.		r. fehlt ganz	fehlt ganz		
Poland, Guis. Hospital-Report 1841.		r. fehlt			fehlt
Fränkel, Berliner klin. Wochenschrift 1885.		r. fehlt p. sterno-costalis	fehlt		
Eulenburg, Berliner klin. Wochenschrift 1877.		r. fehlt p. sterno-costalis	fehlt		
Sklodowski, Virch. Archiv Bd. 121.		r. fehlt p. sterno-costalis	fehlt		
Seegall, Inaug.-Diss. Greifswald 1901.		r. fehlt ganz	fehlt?		
Greif, Inaug.-Diss. Greifsw. 1891.	I.	l. fehlt p. sterno-costalis	fehlt	fehlt oder sehr rudimentär	fehlt von 6. Rippe abwärts
	II.	l. fehlt	fehlt		
	III.	l. fehlt	fehlt		2 oberste Zacken fehlen
Bruns u. Kredel. Fortschr. d. Medizin 1890, Bd. I.		l. fehlt	fehlt		fehlt

Teretes	Infraspin.	Supraspin.	Cucull.	Rhomboid.	Sonstige Missbildungen
	schwach	schwach		schwach	
	schwach	schwach			Linke Scapula rudimentär; Aplasia mammae, Defekt an 3. u. 4. Rippe; Verkrümmung d. Clavicula.
					Flughautbildung am Thorax u. Arm; Missbildung d. Hand mit Schwimmhautbildung.
					Missbildung an der Hand.
					Leichte Skoliose, Missbildung an der Hand mit Schwimmhautbildung.
					Atrophische Missbildung an der Hand mit schwimmhautähnlichen Gebilden.
					Links-convexe Dorsalskoliose.
					Abnorme Kleinheit d. Scap., links convexe Dorsalskoliose, flughautartige Verb. zw. Thorax u. Arm, Missbildung an der Hand.

Autor	Pect. major	Pect.minor	Latiss.	Serratus
Pulawski, Virchows Arch. Bd. 121.	r. fehlt p. sterno-costalis	fehlt		fehlt
Hofmann, Virchows Archiv 146.	r. fehlt p. sterno-costalis	gut entwickelt		
Haeckel, Virchows Archiv 113.	l. fehlt ganz	fehlt		fehlt
Seitz, Virch. Archiv Bd. 98.	l. fehlt p. sterno-costalis	fehlt	schwach	schwach
Betz, Frorieps Tagesber. über Natur- u. Heilkunde No. 211.	r. fehlt p. sterno-costalis			
Preu, Inaug.-Diss. Breslau 1897.	r. fehlt bis auf schmales clav. Bündel	fehlt		
Joachimsthal, Berl. klin. Wochenschrift XXXIII. Jahrg.	r. fehlt p. sterno-costalis			
Prinz, Inaug.-Diss. Würzburg 1894. I.	beiderseits fehlt p. sterno-costalis, p. clav. schwach	schwach		
II.	beiderseits fehlt p. sterno-costalis, p. clav. schwach			
Flesch, Verhandl. d. phys.-mediz. Gesellschaft in Würzburg, Bd. XIII.	l. p. sterno-costal. fehlt			
Frickhoeffer, In Virch. Arch. Bd. 10.	l. fehlt p. sterno-costalis	fehlt		fehlt?

(Eine erschöpfende Zusammenstellung des bisher beobachteten

Teretes	Infraspin.	Supraspin.	Cucull.	Rhomboid	Sonstige Missbildungen
					Leichte Skoliose d. Br.-W.-S., Fissura thorac. lateralis.
					Skoliose, Oberarm u. Hand verkürzt, Missbildung an d. Hand.
					Scap. abnorm klein, l. convex. Skol. d. Br.-W.-S., Sternales Ende d. 3. u. 4. Rippe fehlt. Geringe Hernia pulmonalis.
					Defekt am Sternum, ebenso an 2. bis 5. Rippe mit Schwund d. musc. intercost.
major atroph.	atroph.	atroph.			Skoliose, Scapula alata? Serratusschwund?
					Skoliose, Arm verkürzt, Missbildung d. r. Hand mit Schwimmhautbildung.
					Skoliose, Missbildung d. Hand mit Schwimmhautbildung.
					Missbildung mit Muskeldefekten an den Händen.
					Starke Kyphoskoliose, Defekt in der 2. bis 5. Rippe.

Materials findet sich in der Arbeit v. Benz, Virch. Arch. Bd. 170 H. 2.)

Diese tabellarische Zusammenstellung macht auf verschiedene Eigentümlichkeiten in der Etablierung der Defekte aufmerksam: So ist meistens die rechte Seite die befallene (12), weniger oft die linke (9), am seltensten sind beide ergriffen (3). Von den in Frage kommenden Muskeln beteiligt sich ferner am Defekt am häufigsten die pars sternocostalis des pectoralis major (15) und zwar: 10 mal zugleich mit dem pectoralis minor, während dieser 5 mal erhalten ist. Seltener ist der ganze Defekt des grossen Brustmuskels. Weitaus weniger als die genannten sind andere Muskeln befallen, darunter noch verhältnismässig am öftesten der Serratus (8) und zwar dann zumeist ganz, seltener in einzelnen Zacken, weniger oft der latissimus dorsi (3) und der supra- und infraspinatus, der dann nur schwach angelegt ist.

Neben den Muskeldefekten sind als gewöhnliche Begleiterscheinungen noch andere Ausnahmen vorhanden, mit ihrem Sitz einerseits am Skelettapparat, andererseits an bestimmten Weichteilen der Brustgegend: An den Handknochen findet sich 9 mal Hypophalangie (mit Schwimmhautbildung und Flughautbildung am Oberarm), die Scap. der betreffenden Seite zeigt 3 mal rudimentäre Kleinheit, 5 mal kommen Defekte am Sternum und an den Rippen vor, 3 mal hat sich auch gleichseitige Convex-Skoliose der Wirbelsäule im Brustabschnitt etabliert — die allerdings wohl nur als die physiologische Folge der Störung im beiderseitigen Muskelgleichgewicht aufzufassen ist. Ausserdem wurde in der Regio mammaris meist noch eine abnorme Pigmentierung, Hochstand der Mammilla, mangelhafte Entwicklung der Warze, Drüse und des subkutanen Fettes, das hier sonst kräftig vorhanden, sowie ausbleibender Haarwuchs an diesen Stellen angegeben und von vielen der Beobachter als Unterscheidungsmerkmal zu den post-

Tafel I.

Fig. 1.

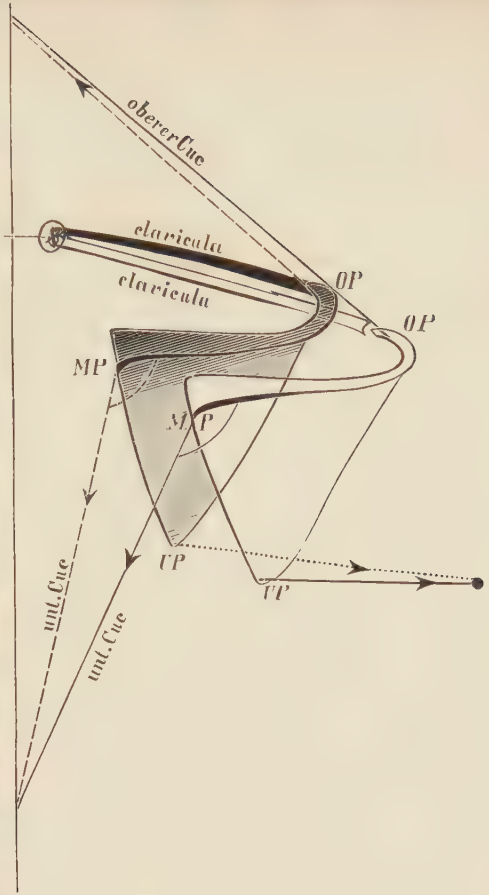
Fig. 2.

Tafel II.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.



foetal sich entwickelnden Atrophien und Dystrophien aufgefasst.

Auch unser Fall zeigt die meisten der von den Autoren vermerkten Erscheinungen: Es handelt sich um einen 11 jährigen, 118 cm grossen, gut entwickelten und gesund aussehenden Knaben aus der Umgebung Münchens, der wegen eines Ohrenleidens in der otiatrischen Abteilung des hiesigen Krankenhauses in Behandlung stand. Die Anamnese bezüglich der Ascendenz ergab nichts, was für eine Vererbung der zu besprechenden Defekte irgendwelche Anhaltspunkte gegeben hätte.

Auf den ersten Blick fiel bei ihm schon eine sehr weitgehende Hypophalangie an der linken Hand auf, wie auch das Röntgenbild deutlich zeigte. Dieser Befund gab weiterhin Veranlassung zur Entdeckung der anderen Defekte.

Bei der Betrachtung des Rückens in ruhiger Haltung (vergleiche Figur 1) fällt dem Beobachter folgendes auf: Der Körper lässt, von den Rändern der Beckenschaufeln angefangen, beim Vergleich sofort die normale Symmetrie vermissen und macht einen mehr einseitigen Eindruck. Dabei erscheint die rechte Körperhälfte in ihren Einzelheiten besser durchgebildet als die linke. Verfolgt man die Wirbelsäule an den proc. spin. nach aufwärts, so stellt sie eine langgezogene S förmige Linie dar, deren Concavität im Lendenabschnitt der linken, im Brustabschnitt der rechten Seite entspricht. In ihrer pars thoracalis misst sie beiläufig 37 cm, während auf ihren Lumbalteil 27 cm fallen. Ferner treten in den unterhalb der Schulterblätter gelegenen Partien die Conturen der Rippen linkerseits viel deutlicher hervor und lassen sich hier fast bis zum Wulst des erector trunci verfolgen, während ihre Linien rechts nur verschwommen und nicht so weit medianwärts wahrzunehmen sind.

Während die Regio deltoidea beiderseits keine Unterschiede zeigt, liegen die auffallendsten Differenzen im Bereich der Scapula. Die linke steht deutlich höher als die andere, und aus einem Vergleich ihrer sichtbaren Umrisse mit denen der anderen kann man sofort erkennen, dass die linke bedeutend kleiner ist als die rechte, namentlich in ihrem Höhendurchmesser, wie auch das Röntgenbild beweist. Demgemäss steht der Angulus inferior hier erheblich höher als rechts, ungefähr in der Höhe des 6. Brustwirbels, während er rechterseits die Höhenlage des 8. erreicht. Dabei verläuft der margo vertebralis beiderseits ungefähr in gleicher Richtung, und zwar leicht von der Wirbelsäule nach unten divergierend. Entsprechend dem Höhenstand der scapula links, erscheint die dem oberen Trapeziusrand zukommende Kontur der Schulter links kürzer, so dass man sich auch bei der sicher vorhandenen ruhigen Haltung des Eindruckes nicht erwehren kann, als ob mit dieser Seite etwas gezuckt wird, während die andere in Ruhe bleibt.

Geht man bei der fortdauernden Ruhestellung von der Betrachtung der Skelettteile, so weit sie an der Oberfläche sichtbar sind, zu dem Vergleich der Muskulatur auf den beiden Rückenhälften über, so sieht man links den erector trunci lateralwärts als deutlichen Wulst abgesetzt, schärfer als dies rechts der Fall ist, und die Prüfung dieser Gegenden, die dem erwähnten deutlichen Verlauf der Rippen entsprechen, ergibt eine stärkere Abflachung, als auf der andern Seite, wovon man sich neben der Adspektion auch durch die Palpation überzeugen kann. Diese Erscheinung weist mit Gewissheit darauf hin, dass links bestimmte Weichteile fehlen müssen, die rechts vorhanden sind. Man kann die Differenzen bis zum Schulterblatt hinauf verfolgen und in diesen Höhen nebenbei

noch bemerken, dass der dem erector trunci allmählich sich auflagernde untere Cuc. links etwas stärker vorspringt als rechts.

Zu der eben erwähnten Abflachung der seitlichen Partien tritt nun beim Vergleich der beiden hinteren Achselfalten ein neuer, stark in die Augen fallender Unterschied auf, der in der Erkenntnis der Anomalität von Bedeutung wird. Während nämlich rechterseits der latissimus dorsi mit seinem fast senkrecht absteigenden lateralen Rand, zunächst die hintere Achselfalte bildend, auch weiter nach unten noch im wesentlichen die seitliche Konturierung des Rückens übernimmt (um dann mit eventuell sichtbaren Zacken an den Rippen, mit dem grössten Teil seiner Masse an den criptae iliacae anzusetzen) und demgemäss die unter ihm liegenden Skelettteile, Scapula und Rippenkorb nur verschleiert unter der Haut hervortreten lässt, ist dies auf der linken Seite nicht der Fall: Hier ist die Achselfalte auffallend kurz und dick, zieht schräg nach innen und abwärts, um am ang. inf. scap. zu enden. Offenbar entspricht der so gebildete Wulst dem dem margo lat. scap. aufliegenden teres major, wovon man sich auch durch die Palpation deutlich überzeugen kann.

Die Ungleichheit im Verlauf der hinteren Achselfalten tritt besonders schön hervor, wenn man die Arme vom Thorax abhebt (vergl. hiezu Fig. 7).

Hierbei sieht man auch am besten die Differenzen in den seitlichen Umrissen des Thorax: Rechts seine gewöhnliche Linienführung, links seine stärkere Wölbung, die mehr den ausladenden Rippenkrümmungen als den Weichteilen entspricht und fast in einem Winkel in die erwähnte Achselbegrenzung übergeht. Alle diese Erscheinungen weisen auf das Fehlen des latissimus hin.

Prüft man bei dieser passiv erhaltenen Stellung

die beiden seitlichen Körperwandungen, so fallen neue Differenzen auf. Rechts erkennt man den Verlauf der Rippen, ihnen aufgelagert die nach hinten in eine gemeinsame Platte zusammentretenden Zacken des serratus. Links dagegen macht alles einen eigentümlich skelettartigen Eindruck (Fig. 4). Die Rippen liegen auffallend scharf unter der dünnen Hautdecke, und von den Zacken des Serratus lässt sich weder durch Augenschein, noch palpatorisch etwas wahrnehmen. Das einzige von Weichteilen, was in diesem Bild die Aufmerksamkeit auf sich lenkt, ist ein dünner Muskelzug, der sich ungefähr von der 8. Rippe erhebt, schräg nach hinten und oben verläuft und am angulus inf. endet. Er entspricht dem spärlichen Rest, der auf der linken Seite vom Serratus ant. major noch geblieben ist.[1])

Bei der Besichtigung von vorne während der ruhigen Haltung mit lässig herabhängenden Armen (Fig. 2) zeigt sich folgendes: Die Bildung des Halses verhält sich beiderseits gleich, ebenso die Supraclaviculargrube, dagegen tritt die Verkürzung der Schulterlinie links vielleicht noch deutlicher wie bei der Besichtigung von hinten hervor. Die Lage der clavicula zeigt links ebenso wie auf der rechten Seite keine stärkere Deviation, höchstens einen etwas grösseren Höhenstand. Die Haltung im allgemeinen macht einen etwas nach vorne zusammengepressten Eindruck. Vergleicht man die beiden unter dem Schlüsselbein beginnenden Hälften des Thorax zunächst in ihren Skelettteilen, so sieht man auffallend deutlich, wie die Rippen linkerseits hervortreten; rechts sind sie allerdings auch wahrnehmbar, aber nicht anders, wie das an jedem fettarmen oder eine zarte Hautdecke besitzenden Körper der Fall ist. Dabei ist

[1]) Bei dem Mangel dieses Muskels ist hier das Spiel der intercostales deutlich zu verfolgen

links der Thorax abgeflacht, und der linke untere Rippenbogen bildet mit der linea alba einen etwas weiteren Winkel als rechts, er nähert sich also hier um ein geringes mehr dem horizontalen Verlauf.

Die Haupterscheinungen aber machen wiederum die Differenzen in den Weichteilen der beiden Brustgegenden. Während rechterseits die vordere Achselfalte gehörig von innen nach aussen emporsteigt und entsprechend dem unteren Rand des pectoralis major allmählich sich in den Konturen des Oberarmes verliert, fehlt diese Begrenzung links; sie ist hier ersetzt durch eine kräftige Falte, die ihren Ursprung ungefähr an der Art. sternal. claviculae hat und schräg nach abwärts gegen den humerus verläuft, um auf diesen überzugehen. Die Achselhöhle besitzt also auf dieser Seite nur eine kurze vordere Wand, welche der claviculären Portion des Brustmuskels angehört, während die sterno-costale Partie vollständig fehlt. Nun müsste unter diesen Verhältnissen wenigstens der Pect. minor gut wahrnehmbar sein, aber bei der Untersuchung, bei der Inspektion, wie bei der Palpation, ergibt sich nichts, was sein Vorhandensein annehmen liess. Also auch er fehlt.

Während ausserdem rechts die regio mammaris durch gut entwickeltes Fettpolster eine gehörige Wölbung im Bereich der Drüse besitzt, zieht links die Haut glatt und straff über diese Gegend weg und bedeckt augenscheinlich keine anderen Gebilde, als die dicht unter ihr liegenden Rippen; der Höhenstand der Mammillen, von denen die linke eine geringere Grösse besitzt als die rechte, ist beiderseits derselbe.

Durch einen eingehenden Vergleich der beiden Körperhälften bei ruhiger, durch keinerlei Muskelbewegungen komplizierter, Haltung hat man sich also überzeugt, dass neben den Missbildungen an der Hand und der Kleinheit der

Scapula an Defekten bestehen: ein linksseitiger Mangel der pars sterno-costalis des pect. major, des ganzen minor, des latissimus und des serratus ant. major bis auf einen spärlichen, platysmadicken Strang, entsprechend der unteren Abteilung des Muskels.

Nach dieser Konstatierung der vorhandenen linksseitigen Defekte drängt sich uns die Frage auf, wie denn die vorhandene Muskulatur diese eingreifenden Störungen zu ersetzen sucht. Eine kurze Untersuchung dieser Frage erscheint mir um so berechtigter, als die tatsächlich bestehenden Ausfallserscheinungen relativ geringe waren. Zudem konnte man sich an eine diesbezügliche Auseinandersetzung in unserem Fall deshalb unschwer heranwagen, weil unter der zarten kindlichen Hautdecke und dem geringen Fettpolster das Spiel der verschiedenen Muskeln sehr deutlich zu beobachten war.

Da bei allen Stellungsveränderungen der Extremität der Schwerpunkt wohl in den richtigen Bewegungen der scapula liegt, und man ihr speziell in unserem Fall das Hauptaugenmerk schenken musste, so erschien es zweckmässig, ihre Veränderungen möglichst genau zu präzisieren, und das geschah durch verschiedene Messungen während der einzelnen Bewegungsphasen.

Bei den folgenden Erklärungsversuchen wurde im wesentlichen immer wieder auf die eben erwähnten beiden Momente Rücksicht genommen. Also 1. auf die Veränderungen in der Muskelplastik und 2. auf die bei den Messungen erhaltenen Werte, sowie auf einige mit deren Hilfe leicht konstruierbare Zeichnungen, die eine gute Orientierung gestatteten.

Um nun aber von vorneherein eine exakte Grundlage zu geben, nehme ich hier gleich vor-

weg die Angabe der Messungsresultate, wie sie von Herrn Professor Mollier gefunden wurden.

Bei ihnen wird die scapula repräsentiert durch 3 ihrer Punkte:

Der erste liegt an der Spitze des Winkels, in dem Clavicula und Spina scap. am Acromion zusammenlaufen: oberer Punkt — O-Punkt.

Der zweite entspricht der Stelle, wo die untere Kante der spina in die Margo vertebralis scap. übergeht, mittlerer Punkt — M-Punkt.

Ein dritter liegt an der Spitze des angulus inf. scap., unterer Punkt — U-Punkt.

Dann notiert man noch einen vierten an der Vorderseite, entsprechend der Mitte des oberen Sternalrandes — St-Punkt.

Nun werden bei den einzelnen Positionen vermerkt: a) die vertikalen Abstände der Scapularpunkte von der Bodenfläche und b) ihr horizontaler Abstand von den entsprechenden Punkten der Spinallinie (Linie der proc. spin.).

Dabei ergaben in unserem Fall die Messungen:

1. Aufrechte Ruhehaltung:

	links					rechts
Vertikalabstand von Bodenfläche	73	des	O-P			71,6
	66,0	„	U-P			63,0
Horizontalabstand	12,6	des	O-P	vom	Sternal-P.	12,6
	9	„	O-P	von	Spinallinie	9,6
	7,0 (6,3)	„	U-P	„	„	7,1

2. Arm nach vorne aussen:

	links					rechts
Vertikalabstand	73	des	O-P			71
Horizontalabstand	9	„	O-P	von	Spinallinie	9,6
	6,5 (6,2)	„	U-P	„	„	10,5

3. Arm nach aussen:

	links			rechts
Vertikalabstand	74,8	des O-P		73,8
Horizontalabstand	6,8	„ O-P	von Spinallinie	8,4
	5,1 (5,7)	„ U-P	„ „	9,9

4. Arm nach vorne:

	links			rechts
Vertikalabstand	73,3	des O-P		71,8
Horizontalabstand	8,1	„ O-P	von Spinallinie	9,4
	7,6 (8)	„ U-P	„ „	11,8

5. Arm erhoben:

	links			rechts
Vertikalabstand	74,3	des O-P		73,7
Horizontalabstand	6,1	„ O-P	von Spinallinie	8,1
	8,2 (8,7)	„ U-P	„ „	12,4

6. Achsel heben:

links		rechts
79	Vertikalabstand des O-P	78,6

Es fällt auf, dass die Bestimmung des M-Punktes im Vorstehenden ausser acht gelassen ist; das geschah der Schnelligkeit der Messung zu Liebe, um den Knaben nicht zu sehr zu ermüden und die notwendige Aufmerksamkeit rege zu halten; da übrigens die Länge der spina scap. vom acromion bis zum margo vertebralis links 9,8, rechts 10,0 cm und die Strecke O-P—U-P links 10,5, rechts 12,4 cm und endlich bei einmaliger Messung die Entfernung U-P—M-P links zu 8,0, rechts zu 9,5 cm gefunden wurde, konnte man in den nach den Massen angefertigten Zeich-

nungen leicht alle drei Punkte in ihrer gegenseitigen Lage und in ihrer Lage zur Spinallinie eintragen, die in allen Bewegungsphasen als eine unveränderliche Vertikale angenommen wurde; das letztere ist natürlich ein Fehler, der nicht verschwiegen werden darf, denn es wird dadurch die bei den einzelnen Bewegungen stärker oder schwächer werdende, sich stets verändernde Scoliose der Wirbelsäule unberücksichtigt gelassen, obwohl sie eine hohe Bedeutung für die kompensatorischen Bewegungen hat. Der Nutzen der Zeichnungen wird aber dadurch noch nicht hinfällig, wenn man von ihnen nur nicht eine mathematische Genauigkeit verlangt und zufrieden ist mit dem, was sie auch nur geben sollen, nämlich mit einer groben Orientierung, der Art und Weise, wie die Stellungsdifferenzen der beiden scap. bei den einzelnen Bewegungen erscheinen.[1])

Gehen wir jetzt auf die Erklärung der mechanischen Verhältnisse näher ein, wie sie uns einerseits die gefundenen Zahlen, andererseits die bei den entsprechenden Positionen gewonnenen Photographien, bei denen die betreffenden Muskel-

[1]) Eine andere Komplikation lag in den ungleichen Massen der Scapula, die nicht ohne weiteres den Vergleich der beiden Seiten zuliess. Man musste also ausserdem die Grösse der rechten Scapula als der normalen auch links eintragen, was auch leicht möglich war, da die Spina beiderseits fast gleich lang, der Abstand des O-Punktes vom U-Punkt bekannt war und ausserdem der Abstand des U-Punktes vom M-Punkt rechts: 9,5 links zu 8,0 gemessen wurde. Führte man also mit dem Zirkel vom O-Punkt linkerseits einen Kreisbogen von 12,4 (entsprechend dem rechten O-Punkt-U-Punkt-Abstand) und vom M-Punkt linkerseits einen Kre sbogen von 9,5 (entsprechend dem rechten U-Punkt-M-Punkt-Abstand), so hatte man in dem Schnittpunkt der beiden Bogen die Stelle, wo sich der U-Punkt linkerseits befunden hätte, wenn beide Scapulae gleich gewesen wären; man konnte nun seine Lage leicht messen. Die hierbei sich ergebenden Zahlen sind den Messungen in Klammern beigefügt.

partien gut hervortreten, auf Grund der Mollier'schen Lehren an die Hand geben:

Zunächst die Ruhelage: Die Ruhelage des Gürtels ist bedingt: 1. durch die Konstruktion seiner Gelenke, 2. die Schwere der Extremität und 3. den Tonus der am Gürtel angreifenden Muskeln, die sich gegenseitig ins Gleichgewicht setzen. Fällt von ihnen einer aus, so ist das Muskelgleichgewicht gestört, und der Defekt ist eine Deviation des Gürtels aus der normalen Ruhelage.

An unserem Fall zeigt sich die linke Scapula mit den drei bekannten Punkten, also im ganzen, gegenüber der rechten um ein gewisses der Mittellinie genähert und zugleich um ein geringes (fast 1 cm) nach einwärts rotiert, denn die Differenzen zwischen den beiden Abständen der O-Punkte von der Mittellinie sind am geringsten, die der beiden U-Punkts-Abstände am grössten. Die margo vertebralis verläuft demnach links steiler und der Mittellinie näher nach abwärts, ihre Richtung ist aber doch, wie auf der rechten Seite, eine im ganzen von der Wirbelsäule nach unten divergierende. Zugleich ergibt die Höhenmessung, ebenso wie das photographische Bild, eine Verschiebung des Schulterblattes nach oben um beiläufig 1,5 cm gegenüber rechts und demgemäss eine Verkürzung der hier liegenden Schulterlinie. Es ist klar, dass dieser Hochstand nicht einzig durch die schwach angedeutete, nach links convexe Scoliose im Brustabschnitt hervorgebracht ist, sondern er bedarf, ebenso wie die Lageveränderungen in den beiden anderen Richtungen der Erklärung durch verschiedene Zugkräfte:

Die durch ihre Schwere nach vorne abwärts ziehende Extremität wird normal in ihrer horizontalen Ruhelage gehalten durch die Schlinge, die besteht aus dem mittleren und oberen Teil des Serratus und dem mittleren Cucullaris. Nach hin-

ten oben zieht der obere Cucullaris, nach vorne oben der levator scap., nach vorne unten der pectoralis minor (und vielleicht gering der untere Teil des major), nach hinten unten der latissimus dorsi. Diese vertikalen Schlingen vereinigen sich, um den Gürtel in einer bestimmten Höhenlage zu halten.

Schliesslich halten sich noch um eine durch das acromiale Gelenk gelegte Sagittale im Gleichgewicht: Die Schwere der Extremität und der Rhomboideus einerseits, der untere Serratus und der untere Trapezius andererseits.[1])

Nun fällt auf der linken Seite aus: 1. der obere und mittlere Serratus, 2. der pectoralis minor, die pars sternocostalis des major und der latissimus, sowie 3. der untere Serratus bis auf einen Rest. Infolgedessen bekommt der Tonus der entsprechenden Antagonisten das Uebergewicht und der Gürtel wird 1. durch den mittleren Cucullaris nach hinten, 2. durch den Levator und oberen Cuc. nach oben genommen und dabei 3. durch die Schwere der Extremität etwas auch durch den Rhomboideus gering nach innen rotiert; eine stärkere Deviation in diesem Sinn vermeidet der untere Trapezius mit dem übrig gebliebenen Rest des Serratus, und der Margo vertebralis bleibt in der im ganzen normalen Richtung. So lässt uns die mechanische Analyse das bekannte Bild in der Ruhelage begreifen.

Die eigentlichen Compensationserscheinungen

---

[1]) Nach Mollier wirkt der untere Trapezius auf das sternale und zugleich auf das acromiale Gelenk, aber verschieden, je nachdem das Schulterblatt im ganzen mehr nach vorne oder nach hinten genommen ist. Je mehr es der hinteren Mittellinie genähert ist, nimmt sein Einfluss auf das sternale Gelenk ab, sein Einfluss auf das acromiale Gelenk dagegen zu, wie in unserem Fall.

treten aber erst bei der ausgiebigen aktiven Bewegung auf.

Wir besprechen hier zunächst die maximale Erhebung der Arme (Fig. 3): Die Hauptveränderung in der Zeichnung des Rückens hat sich hierbei in der Wirbelsäule bemerkbar gemacht. Die bei Ruhelage gering angedeutete Krümmung ist mit einem Schlag in eine starke, nach links convexe Scoliose der Brustwirbelsäule übergegangen. Auf der rechten Seite sind die diesen Effekt zustande bringenden Muskeln (der rechte Erector trunci und die Bauchmuskeln) kräftig kontrahiert. Links treten hauptsächlich die untere Portion des Cuc. und seine obere, der Schulterlinie entsprechende, Partie hervor; bei seitlicher Ansicht sieht man den Serratusrest stark gegen den angulus inferior scap. vorspringen. Nur der mittlere Teil des Cucullaris nimmt an der Arbeit nicht teil, sondern zieht als breites, schlaffes Band in einer nahezu horizontalen Richtung nach aussen gegen die äusseren Teite der spina scap. und hebt sich dabei deutlich von den übrigen Teilen dieses Muskels ab. Betrachtet man die beiden Scapulae in ihrer Lage, so sieht man, dass beide aus ihrer Ruhestellung herausgegangen sind; beide in gleicher Richtung, aber in verschiedenem Grade. Sie sind gehoben um ca. 1,5 cm und dabei parallel nach hinten gegen die Mittellinie verschoben, aber die linke viel kräftiger als die rechte; denn der O-Punkt linkerseits ist um 5,7 Centimeter aus der Ruhelage heraus der Mittellinie genähert, der rechte nur um 3,0 cm. Ausserdem fand beiderseits eine Rotation um eine sagittale im Acromialgelenk statt, in der Weise, dass der U-Punkt nach aussen rückte; dabei ist der linke deutlich zurückgeblieben, er hat nur einen Weg von 2,4 cm gemacht gegen 5,1 cm auf der anderen Seite. Vergleicht man den Endeffekt beiderseits bezüglich der Erhebung der Arme, so liegt zwar auch der linke Arm

um ein beträchtliches über der Horizontalen, bleibt aber doch um einen Winkel von nahezu 20^0 hinter dem anderen zurück, trotzdem letzterer noch durch die links-convexe Dorsalscoliose eine Senkung zu Gunsten der linken Seite erfahren hat, ein Minus, das der Arm zum Teil durch eine relativ stärkere Erhebung des ganzen Gürtels gegenüber links wieder einzuholen bestrebt ist.

Suche ich diese Tatsachen also die Ergebnisse der Messungen mit den Veränderungen in der Plastik des Rückens, die das photographische Bild klar fixiert hält, sowie mit dem schliesslichen Endeffekt in Einklang zu bringen und die Compensation aus ihnen zu erklären, so komme ich zu der Ansicht, dass sich verschiedene Kräfte in die Gesamtarbeit teilen, und dass man sich die Art ihrer Wirksamkeit am besten aus dem normalen Mechanismus ableiten kann.

Wenn der Arm bei intaktem Muskelapparat von der Ruhelage in die grösste Erhebung gebracht wird, so beteiligen sich dabei alle drei Schultergelenke, jedes seiner Natur entsprechend: Durch die Kontraktion des Deltoideus wird die Exkursionsfähigkeit der art. humero-scap. verbraucht und der Arm zunächst mit dem Schulterblatt versteift. Damit diese Bewegung jedoch ganz seiner Erhebung zu gute kommt, muss die scap. so fixiert sein, dass sie der Schwere der Extremität, die sie mit ihrem U-Punkt nach innen hinten und oben zu drehen bestrebt ist, den gehörigen Widerstand leistet. Es sind also weiterhin Muskeln nötig, die in diesem Sinn wirken, und das ist der untere Serratus und der untere Trapezius; vornehmlich der untere Serratus; denn er greift dabei am günstigsten, fast unter einem rechten Winkel am Angulus inf. an, während der untere Cuc. einen schiefen Ansatz an der Scap. hat, und neben der Wirkung auf das acromiale Gelenk einen Teil

seiner Kraft für das sternale verwendet. Aber diese beiden Muskeln verhindern nicht nur die für das Erheben ungünstige Einwärtsdrehung des Schulterblattes, erhalten mit anderen Worten nicht nur den U-Punkt in seiner normalen Ruhelage am Thorax, sondern bringen ihn ausserdem noch um mehrere Centimeter nach aussen. Dieser Effekt ist gleichbedeutend mit einer Drehung der Gelenkpfanne nach oben. Es wird also die Bewegung im Schultergelenk begleitet und in ihrem Erfolg vermehrt durch eine zweite Bewegung, welche die scap. um eine sagittale Axe im acrom. Gelenk betrifft. Der in diesem Sinne hauptsächlich arbeitende untere Serratus muss dabei aber möglichst günstige Bedingungen am Gürtel finden, und solche werden ihm gegeben durch die Kontraktion des oberen Cuc., der den Gürtel im ganzen im stern. Gelenk nach hinten und oben nimmt und dadurch die Fähigkeit des Serratus steigert. Während dessen verhindert der untere Cuc. eine Abhebelung der Scapula von der Thoraxwand nach hinten und damit ein Vornüberfallen der Extremität.

Zu diesen Bewegungen tritt endlich noch eine Rotation der Clavicula um ihre Längsachse, derart, dass sie sich entgegengesetzt der Richtung des Uhrzeigers im sternalen Gelenk dreht und so in ihrer Weise die Pfanne um ca. 10^0 in ihrer Drehung nach vorne und oben unterstützt (Mollier).

Dieser kurz skizzierte Bewegungsmodus verläuft in unserem Fall rechts in allen Gelenken ausgiebig und regelrecht, nicht aber auf der linken Seite; hier beteiligen sich nur die art. humeroscap. und stern. claviculae in typischer Weise. Die Schwäche liegt im Ablauf des acromialen Gelenkes, begründet auf dem Fehlen des grössten Serratusteiles. Dieser Ausfall soll nun aber gedeckt werden, und dabei werden verschiedene Wege ein-

Tafel III.

Fig. 6.

Fig. 7.

geschlagen: Einmal übernehmen mehrere Muskeln der anderen Seite einen Teil der Arbeit. Sie biegen die Wirbelsäule in ihrem Thoraxabschnitt ausgiebig nach links, um auf diese Weise den hier befindlichen Gürtel nach oben zu drehen. Zweitens leistet der Rest des Serratus das höchstmögliche und zwar mehr, als dies eine gleichgrosse Fasermasse rechts zu tun im stande ist. Das mechanische Moment (vergleiche Figur 5), welches ihn dazu befähigt, liegt meines Erachtens in der charakteristischen Verlagerung seiner Scap., nämlich in ihrer ausgiebigen Hebung, die um ca. 2 cm höher ist, als auf der anderen Seite, und in ihrer extremen Adduktion an die Spinallinie (Linie d. proc. spin.), beides hervorgebracht durch die Energie des linken oberen Cucullaris (claviculäre und acromiale Portion). Da die Scapula in dieser Weise gegenüber der anderen Seite stärker nach hinten und oben verschoben und fixiert wurde, entfernte sich auch der U-Punkt, das punct. mobile des Serratusrestes, soviel mehr von dessen Ursprung; damit wurden die Muskelbündel des Serratusrudimentes im nämlichen Verhältnis stärker gedehnt, und diese Dehnung vergrösserte bei der eintretenden Zusammenziehung der Faserbündel die Ergiebigkeit ihrer Leistung bezüglich des Rotierens der Scapula oder, was dasselbe sagt, bezüglich der Aufwärtsdrehung der Gelenkpfanne. Den gleichen Vorteil wie dem Serratus brachte die Verlagerung des Schulterblattes schliesslich auch seinem Synergeten, dem unteren Cuc., der hier ebenfalls bei der Elevation beteiligt ist und demgemäss als kräftig kontrahierter Muskelwulst im photographischen Bilde erscheint. Und zwar liegt, wie ich glaube, die Erhöhung seiner Wirkung auf das acromiale Gelenk im Vergleich zu seinem Homologon in zwei wesentlichen Momenten, nämlich: 1. in der Dehnung seiner Fasern — geradeso wie eben beim Serrat. bemerkt — und 2. in der Ver-

kleinerung des Winkels, den sie an ihrem Angriffspunkt an der spina scap. mit dieser bilden. Die Ursache der Dehnung ist gegeben in der Erhebung der scap. durch die Wirkung des oberen Cuc. und in der daraus resultierenden Entfernung der basis spinae vom Ursprung der betreffenden Muskelfasern. Welchen Vorteil die Muskeldehnung für die nachfolgende Kontraktion bringt, haben wir eben beim Serratus gesehen. Der Grund für das zweite Moment, für die Aenderung in der Angriffsrichtung der fraglichen Muskelpartie liegt in der starken Parallelverschiebung des Schulterblattes nach hinten. Dadurch wird der Verlauf der Muskelfasern seiler, und ihre Zugrichtung auf die spina scap. nähert sich mehr einem rechten, wie das auch ein einfaches Schema veranschaulicht.

Beide Momente vergrössern den Einfluss und die Ergiebigkeit der unteren Cucullus-partie auf die Rotation der Gelenkfläche nach aufwärts oder, was dasselbe sagt, auf die Erhebung des im humerus scap. Gelenk versteiften Armes. Es wäre interessant feststellen zu können, wie viel dabei auf die Arbeit des Cuc. und wie viel auf die des Serratusrestes kommt, doch war mir das hier begreiflicherweise unmöglich, zu entscheiden. Wir werden aber weiter unten auf diese Frage noch zurückkommen.

Alle genannten Kompensationsbestrebungen sind trotzdem nicht im stande, den Mangel vollkommen zu decken, und der Arm bleibt doch gegen den anderen zurück; denn die Rotation fällt, wie man aus den Zeichnungen ungefähr taxieren konnte, um ca. 12^0 geringer aus wie rechts. Dass der Defekt auf den ersten Blick so unbedeutend erschien, lag vorzüglich in der ausgiebigen Biegung der Wirbelsäule, ohne die der Arm wohl nur mässig über die Horizontale hätte hinausgehoben werden können.

Das Erheben nach vorne aussen und rein nach aussen (Fig. 6 u. 7) bildet ähnliche Bilder, wie sie bei der maximalen Erhebung erscheinen, wenn auch die Veränderung und die beiderseitigen Unterschiede nicht so ausgesprochen sind wie dort: Die durch den acrom. Teil des Delt. und durch den unteren Serrat., und zwar nur durch diese (Mollier), bewirkte Elevation nach vorne aussen kommt auch links durch die Arbeit der beiden Muskeln zustande. Einen Unterschied in den Seiten bildet aber auch hier wieder deutlich das starke Adduziertbleiben des linken Schulterblattes an der Wirbelsäule, was wohl seinen Grund hat in dem Defekt des oberen und mittleren Serratus, wie es bereits einmal erläutert wurde (s. p. 19). Weiterhin bleibt auch der U-Punkt in der bekannten Rotation linkerseits um ein geringes zurück, doch wird dem leicht durch die kompensatorische Scoliose nachgeholfen. Aber noch etwas andres springt hier zum erstenmal in die Augen, nämlich ein mässiges Abstehen des margo vert. scap. vom Thorax gegenüber rechts. Erinnert man sich daran, dass für das Angedrücktbleiben von jeher am meisten die Wirkung des in unserem Falle fehlenden Serratus angenommen wird, so musste es auffallen, dass diese Lageveränderung erst jetzt erscheint. Es sind eben noch andere Muskeln vorhanden, die den Serratus auch in dieser Wirkung ersetzen können, in erster Linie der Cuc., speziell für den angulus inf. auch der latissimus, der wie ein breites Band mit seiner obersten Fasermasse um den unteren Abschnitt der scap. herumgreift. Der Defekt wird also erst in dem Augenblick augenfällig, wo diese Muskeln nicht mehr wirken dürfen.[1])

[1]) Bei der Durchsicht der beschriebenen und mir zugänglichen Fälle sowohl von Serratus-Defekten als auch von Serratus-Lähmungen fielen mir die grossen Verschiedenheiten in der Intensität der einzelnen „flügelförmigen“ Schulterblätter

Tatsächlich ist bei dem Erheben des Armes nach vorne aussen nur der Deltoideus und der untere Serratus beteiligt (Mollier); der Cuc. muss dabei erschlafft sein, denn wenn er sich kontrahierte, würde zwar die Scapula alata verschwinden, gleichzeitig aber würde der ganze Gürtel rückwärts adduziert, also die Richtung nach vorne aussen in eine nach aussen abgeändert werden. Lässt man diese Bewegung machen, dann verschwindet auch wirklich die scap. alata und beide scap., auch die linke, liegen dem Thorax flach an.

Hier war weiterhin die Gelegenheit gegeben, annähernd die Kraftleistung des Serratusrestes abzuschätzen: Tätig sind bei der Erhebung nach vorne aussen, wie eben gesagt, nur der Deltoideus

---

auf, auch in den Fällen, wo bei völligem Mangel einer Serratus-Aktion diese Erscheinungen sich eigentlich in ihrer Intensität hätten gleichen müssen. Wenn ich meinen Fall hierzu nehme, bei dem von Natur aus der Serratus bis auf einen rudimentären Strang im unteren Teil, der am angulus inf. angreift und deshalb hier wenig in Frage kommt, fehlt, und wenn ich sehe, dass bei ihm die scap. alata sehr wenig in die Augen springt, so kann ich mich nicht enthalten, die Ansicht zu äussern, dass das Fehlen des Serratus a priori bei sonst normaler Muskulatur nicht solchen grossen Einfluss auf das Abstehen der scap. vom Thorax ausübt, wie man gewöhnlich annimmt; besonders, wenn ich bedenke, dass in unserem Falle auch der Latissimus in seiner gleichen Wirkung speziell für den angulus infl. scap. fortfällt.

Ich glaube, die Verschiedenheiten in der Intensität der scap. alata, wie sie in den Beschreibungen auffallen, hängen nicht allein von einem Defekt der Serratuswirkung ab, sondern massgebend ist daneben hauptsächlich noch die Beschaffenheit des Kuk. hauptsächlich in seiner mittleren Portion. Wo dieser gleichzeitig schwach oder gelähmt ist, wird die Erscheinung stark werden, wo er stark oder sogar hyperthrophisch ist, wird sie bis zu einem nebensächlichen Befund abnehmen, sodass man mit anderen Worten auch sagen kann: Das Angedrücktbleiben der scap. am Thorax wird neben der geringen Wirkung des Serratus in hohem Grade zustande gebracht durch ihre am Rücken liegenden Muskeln (speziell Cuc.), die, wenn sie nur kräftig sind, den Serratus auch in dieser Funktion zum grössten Teil ersetzen können.

und der untere Serratus. Da nun beide Deltoidei gleich stark entwickelt waren und auch kein Grund zu einer Hypertrophie des einen, wie des anderen vorlag, so musste eine Schwäche in der Leistung der linken Seite allein ihren Grund haben in der geringeren Kraft des Serratusrudimentes.

Um eine ungefähre Vorstellung von den Differenzen zu bekommen, liessen wir den Knaben an einem einfachen, schnell konstruierten Apparat arbeiten.[1]) Und zwar trugen wir ihm auf, mehreremale in der Richtung nach vorne aussen zu heben. (Dabei wurde die Wirbelsäule fixiert so gut es ging, um die kompensatorische Scoliose möglichst auszuschalten. Die so gewonnenen Zahlen schwanken natürlich zu sehr, um sie als absolute Werte anzugeben, denn Ermüdung und mangelhafte Aufmerksamkeit, die bei dem jugendlichen Alter des Knaben begreiflich war, lieferten zu grosse Fehlerquellen. Gleichwohl sind

[1]) Wir brachten an der Decke des Zimmers 2 Rollen an in einem Abstand voneinander, der ungefähr der Breite des Knaben entsprach, und ebenfalls am Fussboden zwei andere, senkrecht unter den beiden ersten. Dann wurden 2 kräftige Schnüre durch die beiden oberen Rollen geleitet und ihr eines Ende mit einem bestimmten Gewichtsstück (beiderseits = ca. 5 Pfd.) belastet. Das andere Ende diente als Handhabe für den Knaben, und zwar wurde es, wenn ein Druck ausgeübt werden sollte, nur über die obere Rolle geleitet, während es bei Hub zuvor noch durch die untere hindurchgeführt und dann dem Knaben in die Hand gegeben wurde.

Für seitlichen Zug waren noch zwei andere Rollen, eine links, die andere rechts an den Seitenwänden befestigt. So konnte man die Richtung der zu leistenden Arbeit leicht verändern.

Nun trugen wir dem Knaben auf, mehrmals bei ausgestreckten Armen gleichzeitig mit beiden zu arbeiten, bis sich eben Ermüdung zeigte. Die Höhen, um die die Gewichte gehoben wurden, waren leicht nachzumessen, und da die Gewichte beiderseits gleich waren, gaben die Summen der einzelnen Höhen beiderseits direkt die Kraftdifferenzen von links und rechts an.

die aus einer Reihe von Wiederholungen der Versuche gewonnenen Durchschnittszahlen in relativem Sinn, also zu einem Vergleich der beiden Seiten immerhin zu verwerten: Es zeigte sich daraus, dass die linke Seite, also der Serratusrest, weniger als ein Viertel der Arbeit leistete, die rechts zustande kam, während beim Hub in rein seitlicher Richtung, also unter Mitwirkung des unteren Trapezius, die Kraftdifferenz von links und rechts sich verringerte, auf das Verhältnis von 1 : 2.

Dass der latissimus links dem Knaben vollkommen fehlt, haben wir aus der obigen Beschreibung unzweifelhaft gesehen (vergl. Fig. 1, 3, 7). Wir kommen demnach zu der Frage: Wie ersetzt der Junge auch diesen Ausfall durch Muskeln, die ihm noch geblieben sind?

Bevor wir dies zu beantworten suchen, wird zunächst eine kurze Betrachtung über die Wirkung des latissimus am Platze sein: Der Latissimus beherrscht, da er in seinem Verlauf die scap. überspringt und mit seinem punctum fixum am Rumpf mit dem punctum mobile am Oberarm befestigt ist, im letzten Grade alle drei Gürtelgelenke gleichzeitig, nämlich: 1. Das humero-scap. Gelenk, wie natürlich, 2. indirekt auch die art. acromio-clavicularis, wenn seine Wirkung im ersten abgelaufen ist, und 3. noch die art. sternalis, weil sein Einfluss durch die als Strebebalken wirkende Clavicula bei der Konstruktion der Gelenke auch dorthin übertragen werden muss.

Das Endresultat ist, glaube ich, folgendes: Im Bezug auf den humerus: Einwärtsrotation, Senkung und Nachhintenführen; im Bezug auf die Scap. eine Parallelverschiebung nach hinten, wobei besonders die oberste, horizontal verlaufende Muskelportion wirkt und ausserdem eine, wenn auch geringe Rotation der scap. in der Weise, dass der angulus inf. um eine annähernd sagittale Achse nach hinten und

oben geführt wird. All das wird begreiflich, wenn man sich vorstellt, dass die ersten Verkürzungsphasen des Muskels natürlich zunächst den ihm zum Ansatz dienenden Skelettteil, den Humerus, also das Humeroscapulargelenk bis zur Spannung der vorderen Kapselpartie ablaufen lassen. Wirkt der Muskel nun noch weiter, dann stellen die fest gegeneinander fixierten Gebilde humerus und scapula einen zweiarmigen Hebel dar, mit dem Drehpunkt im acrom. Gelenk. Der am lateralen Hebelarm angreifende Muskel senkt mit dem abwärts strebenden Zug seiner unteren Portion den Oberarm und die Gegend des bekannten O-Punktes, während er demgemäss auf den medialen Hebelarm, d. i. den übrigen Teil der Scap. die umgekehrte Wirkung haben muss und sie um die erwähnte Sagittale so rotiert, dass der U-Punkt nach einwärts und oben geht, also im umgekehrten Sinn wie bei der Arbeit des unteren Serratus. Damit ist aber seine Wirkung und hauptsächlich die der oberen Fasern noch nicht erschöpft, und da humerus und scap. eine Einheit vorstellen, die Bewegungsmöglichkeit um eine Vertikale im acromialen Gelenk nur gering ist, so wird sein Einfluss, wenn auch dies Gelenk abgelaufen ist, auch auf das sternale übertragen, mit dem Endeffekt, dass das Schlüsselbein mit der Extremitas acrom. nach hinten geführt und dabei zugleich stärker auf die erste Rippe gedrückt wird.

Der Ausfall des Muskels wird also diese Gesamtbewegung für den Gürtel zunächst in Frage stellen. Trägt man aber dem Knaben auf, seinen Arm im Sinne des latissimus stark zu senken und ihn einwärts rotiert nach hinten zu führen, so sehen wir, dass er diesen Wunsch trotzdem fast ebenso prompt erledigt wie auf der gesunden Seite. Gleichzeitig erscheinen in der Plastik des Rückens zwei bedeutungsvolle Wülste: Der eine zieht am lateralen Rand der scap., ungefähr der erwähnten ab-

normen hinteren Achselfalte entsprechend, gegen den humerus hin, um sich unter dem Deltoideus zu verlieren, während ein zweiter vom margo vertebralis schräg nach innen oben gegen die Spinallinie aufsteigt. Beide geben uns einen Fingerzeig, wo wir die Reservemuskulatur für den mangelnden latissimus hauptsächlich zu suchen haben. Der erste Wulst entspricht seinem ganzen Bild nach dem teres major, der andere dem rhomboideus, und beide vereint bringen im wesentlichen den Ersatz zustande. Der teres major („der scapulare Teil des latissimus") greift im Sinn des letzteren am humerus an. Er kann aber seiner Anordnung wegen nur auf das Humeroscapulargelenk wirken, also nur den Oberarm im Sinne des latissimus rotieren und gering nach hinten führen. Auf eine Lageveränderung der scap. kann er keinen Einfluss haben. Dieser Teil der Arbeit, die der fehlende latissimus zustande bringen sollte, überlässt er dem rhomboideus; der rotiert die scap. um die erwähnte Sagittale im acrom. Gelenk, so dass der U-Punkt nach hinten und oben geführt wird.

Noch ist nicht der gewünschte Effekt erzielt, der Oberarm liegt rotiert noch den seitlichen Thoraxwandungen an, und der Gürtel ist noch nicht, wie erforderlich, ordentlich nach hinten genommen. Dies geschieht durch eine kleine Arbeit vorzugsweise der mittleren und unteren Cuc.-Portion, die in der Hauptsache die scap. parallel nach hinten verschiebt, ohne dass ihre dem rhomboideus antagonistische Componente gegen diesen aufkommen kann. Der hier zergliederte Mechanismus wird durch die gleichzeitige Kontraktion der fraglichen Muskeln in einem Moment exakt vom Knaben durchgeführt, und also von mehreren Muskeln in zweckmässiger Weise das zustande gebracht, was ursprünglich dem latissimus allein zugefallen wäre.

Wir haben oben den Defekt des pect. minor und des unteren Serratus gefunden: Es fehlen also bedeutende Gürtelmuskeln, die imstande sind, dem Arm einen seitlichen Druck nach unten ausüben zu lassen, demgemäss sehen wir auch bei einer diesbezüglichen Arbeit, dass linkerseits der Schultergürtel passiv beträchtlich nach oben verschoben wird; dabei ist die Scoliose verschwunden, und die Wirbelsäule verläuft versteift und fast gestreckt schief nach oben gegen die linke Seite. Abgesehen von den Muskeln, die allein auf den Oberarm senkend wirken, sind hier kontrahiert: augenscheinlich der untere Cuc., weiter der Rhomboideus und vorne der Rest des Serratus.

Um die Compensation zu beurteilen, gehen wir am zweckmässigsten wieder von dem normalen Verhalten aus und suchen zunächst die Frage zu beantworten: Welche Muskeln arbeiten normal miteinander, damit der gestreckte Arm einen seitlichen Druck nach unten ausüben kann? Auf dass der gewollte Effekt zustande kommt, muss 1. der Arm im Humeroscapulargelenk ausgiebig gesenkt und durch Muskelzug in diesem Sinne festgehalten werden. Da der humerus mit der Scapula verbunden ist, und diese sein punctum fixum darstellt, muss 2. auch sie im gleichen Sinne fixiert sein und verhindert werden an einer Deviation nach oben; gleichzeitig muss dafür gesorgt sein, dass ihre Rotation nach aussen um eine frontale Achse im acrom. Gelenk unmöglich wird. (Denn das käme einer Erhebung des Armes gleich; aber die Extremität soll ja gesenkt bleiben.) Da endlich auch die scap. noch nicht das definitive punctum fixum des Gürtels bildet und sie gemeinsam mit dem Schlüsselbein noch immer nach oben ausweichen kann, muss 3. auch dieses nach unten fixiert bleiben, also auch seine Elevation im sternalen Gelenk verhindert werden.

All dies geschieht, offenbar, durch die Arbeit einer ganzen Reihe von Muskeln, die sich in ihren für die beabsichtigte Wirkung schädlichen Componenten aufheben, in ihren zweckmässigen unterstützen: Bei der gewöhnlichen Fixation des Oberarmes an der scap., also bei der Feststellung des ersten Gelenkes verteilt sich die Arbeit auf sämtliche Rotatoren, auf die Einwärtsroller (subscapul. und teres major) sowohl, wie auf die Auswärtsroller (teres minor, infraspinat.). Diese Vorstellung ist einfach, schwieriger die Frage bezüglich scap. und clavicula. Senkend wirken auf sie von vorne der pect. minor und sehr gering der subclavius und der unterste Serratus, von hinten der untere Trapezius. Abgesehen vom pect. minor und subclavic. haben aber diese Muskeln neben der günstigen senkenden Wirkung noch einen schädlichen Einfluss: Sie rotieren nämlich die Scapula um die sagittale Achse, so dass der U-Punkt nach aussen rückt, unterstützen also eine Erhebung des Armes, die unbedingt durch einen Antagonisten verhindert werden muss. Der Antagonist ist vorhanden und zwar im rhomboideus. Dieser Muskel rotiert die scap., wie wir schon oben einmal sahen, so, dass der angulus inf. nach innen und oben geht, er hält also dem unteren Cuc. und dem unteren Serratus das Gleichgewicht und garantiert die Unmöglichkeit der Rotation der scap. im acrom. Gelenk, wie wir wünschten. Aber auch er bringt in die gewollte Bewegung wieder eine schädliche Componente hinein; er wirkt nämlich zugleich auf das stern. Gelenk und hebt, wenn auch gering, clavicula und scap. Doch dieser ungünstige Einfluss ist bei weitem nicht so gross, wie seine günstige Wirkung und wird auch sofort kompensiert, ja überkompensiert durch den unteren Cuc. und den unteren Serratus samt dem pect. minor. Denn diese Muskeln wirken viel aus-

giebiger auf die art. stern. als er, während er am acrom. Gelenk dominiert.

So einigt sich alles zu einer Senkung des Gürtels oder, was dasselbe bedeutet, zu seiner Fixation nach unten.

Wie steht es nun aber in unserem Fall auf der linken Seite, wo der pect. minor ganz, der untere Serratus zum grössten Teil ausfällt?

Ein Teil ihrer Wirksamkeit wird sicher nicht mehr ersetzt, denn, wie der Kraftmesser konstatiert, ist die Arbeit links höchstens ein Viertel bis ein Drittel so stark als rechts, wo sämtliche Bedingungen vorhanden sind.

Aber dem Körper sind doch immerhin noch Kräfte geblieben, um den linken Gürtel zu einem Druck nach unten zu befähigen. Ganz normal fixiert wird das humero-scap. Gelenk, die Schwäche also liegt in den beiden anderen Artikulationen; aber auch sie werden noch durch Muskelkräfte beherrscht. Und zwar bestehen diese einmal in der erhöhten Wirkung der restierenden Gürtelmuskeln, im subclavius und rhomboideus, vorzüglich im Rest des unteren Serratus und dem Cuc. Dadurch dass der Gürtel und mit ihm die scap. nach oben dislociert ist, wird für den Serratusrest die Möglichkeit, nach unten zu ziehen, sehr günstig. Denn seine Fasern verlaufen jetzt steil nach oben, dabei nimmt ihre Rotationsfähigkeit ab, ihre senkende Componente dagegen beträchtlich zu. Auch der Cuc. ist durch die Dislocation der scap. nach oben in seiner Wirkung begünstigt: Seine Fasern werden gedehnt und dadurch die Ergiebigkeit des schon ohnehin kräftigen Muskels gesteigert. Er verankert im Verein mit dem rhomboideus die scap. kräftig an der Wirbelsäule und arbeitet dadurch ebenfalls einer Deviation der scap. nach oben, so weit es möglich ist, entgegen. Zu-

gleich hält er sie, wie der untere Serratus, auch nach unten fixiert.

Ist so der Gürtel wenigstens einigermassen festgestellt, dann treten noch andere Muskeln in Kontraktion, und zwar sind das alle die, welche imstande sind, die Wirbelsäule zu versteifen und sie auf die linke Seite hinüber zu biegen. Die Scoliose gleicht sich aus und die feststehende Wirbelsäule übt nun einen kräftigen Druck nach unten aus, es arbeitet mithin der ganze Rumpf auf Kosten der rechten Seite, um mitzuhelfen, den bestehenden linksseitigen Defekt zu kompensieren.

Rekapitulieren wir zum Schluss noch einmal die vorliegenden Ausführungen, so kommen wir zu dem Ergebnis, dass hier für den Defekt von Seite anderer, nicht direkt für den Zweck angelegter Muskeln ein vollkommen ausreichender, wenn auch graduell in seinen Leistungen schwächerer Ersatz geschaffen wird; ein Beispiel mehr für die reichlichen Reserven, die von Natur aus für alle Einrichtungen im physiologischen Haushalt getroffen sind.

Wenn nun auch die Bewegungen, gemäss der ganz anders am Schultergürtel angreifenden Hilfsmuskulatur, im allgemeinen auf eine von der Norm abweichende Art herbeigeführt werden, so lässt sich doch im einzelnen der Modus ihrer Wirkungsweise durchaus in Einklang bringen mit den von M o l l i e r festgestellten Prinzipien, nach denen der Mechanismus der Bewegungen des Gürtels vor sich geht, so dass unser Fall von der pathologischen Seite her vielleicht eine kleine praktische Bestätigung der fraglichen Gesetze bietet.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, folgenden Herren aufrichtigsten Dank zu sagen:

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Rückert, dem ich auch als früherer Coassistent zu dankbarem Andenken verpflichtet bin, für die gütige Ueberweisung des Themas und für das der Arbeit fortdauernd zugewendete Interesse

Herrn Professor Dr. Mollier, auf dessen bekannten Lehren vorstehende Ausführungen beruhen, für die grosse Liebenswürdigkeit der Vornahme der fraglichen Messungen, und Herrn Dr. Hasselwander für die freundliche Unterstützung, mit welcher er meine Arbeit gefördert hat.

Lebenslauf.

Ich, Walter Capelle, wurde geboren am 28. März 1881 zu St. Petersburg als der Sohn des Versicherungsdirektors Julius Capelle und dessen Ehefrau Marie, geb. Biedermann.

Nachdem ich im Jahre 1899 auf dem K. Wilhelmsgymnasium zu München, wohin mein Vater im Laufe der Jahre übergesiedelt war, das Absolutorium bekommen hatte, widmete ich mich an der hiesigen Universität und 1 Semester lang auf der Universität in Greifswald dem Studium der Medizin bis zu meinem Approbationsexamen, welches ich am 2. Juli dieses Jahres beendete.

Walter Capelle.